

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЭКСТРУЗИОННОЙ ТЕРМОВАКУУМНОЙ ОБРАБОТКИ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА

Куручкин А.А., Потапов М.А.

Для современного птицеводства характерна не только высокая концентрация поголовья птицы в условиях, прежде всего, клеточного содержания, но и связанная с этим проблема переработки значительных объемов отходов производства. Жесткие экологические и экономические требования к накоплению, хранению и утилизации птичьего помета в нашей стране стимулируют ученых и производителей интенсифицировать исследовательские и внедренческие работы в этом направлении. Одним из инновационных подходов к решению указанной проблемы может быть внедрение термовакuumного принципа воздействия на птичий помет с целью получения из него высокоэффективного органического удобрения.

**Ключевые слова:** технология, помет, влажность, термовакuumная обработка, органическое удобрение.

---

### Введение

Одним из ключевых вопросов, связанных с возможностью вывода птицеводства России на новый технологический уровень развития, является принципиально новый подход к использованию внутренних ресурсов этой отрасли. Сущность такого подхода состоит в разработке и внедрении технологий, позволяющих включать в хозяйственный оборот в качестве сырьевых ресурсов отходы, образующиеся и накапливающиеся в птицеводческих хозяйствах в процессе получения основной продукции. В птицеводстве к таким отходам относятся помет, падеж птицы, пух, перо, а также непищевые отходы цехов переработки. При этом наибольший удельный вес среди перечисленных отходов занимает птичий помет.

Свежий птичий помет относится к опасным отходам (3 класс), хранение которых связано с весьма обременительными платежами хозяйствующих субъектов государству за негативное воздействие на окружающую среду.

В Российской Федерации класс опасности отходов определяется по их химическому и (или) компонентному составу и устанавливается на основании сведений, содержащихся в Федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО), а также банке данных об отходах (БДО), формируемых Федеральной службой по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор). На основании этих документов постановлением правительства Российской Федерации от 12 сентября 2016 года № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах (с изменениями на 29 июня 2018 года)» за размещение такого рода отходов с 1 января 2017 года с птицефабрик взимается 1327 руб. за 1 тонну свежего птичьего помета.

Несложный подсчет показывает, что плата за

помет, выделяемый одной взрослой курицей, составляет не менее 100 рублей в год. Таким образом, потери, которые несут птицефабрики в качестве платежей этой категории, убедительно свидетельствуют об актуальности исследований в области технологии переработки куриного помета. С учетом того, что в результате переработки помета может быть получен продукт с высокой добавленной стоимостью (органическое удобрение), это направление исследований актуально не только для ученых, но и имеет практическую значимость для производства [3, 5, 11].

**Целью** работы являлся анализ существующих способов переработки птичьего помета и обоснование рационального применения принципов термовакuumной экструзии для разработки новой технологии получения органического удобрения.

### Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются технологические операции процесса переработки птичьего помета в органическое удобрение.

В работе применялся аналитический метод исследований, основанный на системном подходе к изучаемой проблеме.

### Результаты и их обсуждение

Большинство ученых и специалистов, занимающихся вопросами переработки птичьего помета в органическое удобрение, считают, что технологическая обоснованность и экономическая целесообразность этого процесса определяются его составом и влажностью.

С учетом микроклимата помещения, в котором содержится птица, поступающий из птичников помет подразделяют: на помет от молодняка – период

Таблица 1 – Характеристика птичьего помета

Наименование показателя	Вид помета		
	птичий с подстилкой (ПП)	птичий от молодняка (ПМ)	птичий от взрослого поголовья ПВ
Консистенция (фазовое состояние), визуальный осмотр	сыпучее	вязко-сыпучее	вязкое
Массовая доля влаги, г/кг, не более	400	550	750
Массовая доля органического вещества, г/кг, не менее	450	350	180
Массовая доля золы, г/кг, не менее	150	100	70
pH <sub>КСЛ</sub>	6,8-8,0		
Азот общий, г/кг, не менее	25	15	20
Фосфор общий (в пересчете на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), г/кг, не более	12	10	7
Калий общий (в пересчете на K <sub>2</sub> O), г/кг, не более	5	4	3

содержания птицы от 1 до 120 суток, и от взрослой птицы – от 120 суток до конца выращивания.

Действующий в настоящее время ГОСТ делит птичий помет на три группы и позволяет дать ему обобщенную характеристику с точки зрения сырья для производства органических удобрений (табл. 1) [1].

Как свидетельствуют данные, приведенные в таблице, наиболее предпочтительным сырьем для производства органического удобрения является птичий помет с подстилкой: в нем содержится наименьшее количества воды, а по содержанию азота, фосфора и калия, а также массовой доли органических веществ этот вид помета существенно превосходит помет двух других групп.

Следует особо отметить, что с точки зрения системного подхода к птичьему помету как сырью для производства органического удобрения, его рациональная обработка должна быть направлена на дезактивацию вредных ингредиентов и обеспечение сохранности полезных. Иными словами, технологические операции известных к настоящему времени способов переработки птичьего помета должны в процессе переработки помета обеспечивать стерилизацию (уничтожение способности к прорастанию) семян сорных растений, а также способствовать сохранению питательных веществ, входящие в его состав и перспективных в качестве ингредиентов получаемого органического удобрения.

Анализ современных технологических решений в части переработки птичьего помета выявил, что к применяемым в настоящее время на практике способам получения органических удобрений можно отнести следующие (рис. 1):

- аэробная твердофазная ферментация сырья;
- микробиологическая конверсия;
- термической сушки сырья при атмосферном давлении;
- вакуумная сушка.

Остальные способы, приведенные в классификации, нашли применение как вспомогательные

операции к базовым технологиям (механическое разделение на фракции и экструдирование) или недостаточно полно оснащены техническими средствами для их реализации (вермикомпостирование).

Первый из приведенных способов по существу своего технологического решения представляет собой компостирование помета. Он заключается в смешивании помета и других органических компонентов (торф, солома, древесные опилки, лигнин) в определенных соотношениях и хранение полученной массы в буртах, в результате которого происходит ее естественное созревание. Этот процесс, при применении обычного способа компостирования, от свежего помета до готового продукта (удобрения), занимает 10–16 месяцев. При применении метода ускоренной ферментации он сокращается до 3–4 недель [4].

Микробиологическая конверсия птичьего помета обычно подразумевает его смешивание с влагопоглощающим материалом с последующей аэробной ферментацией смеси в присутствии тех или иных штаммов микроорганизмов или микробиологических препаратов. Как правило, полученный таким способом продукт необходимо гранулировать с последующей дополнительной сушкой [11].

Термической сушка птичьего помета при атмосферном давлении может быть реализована в нескольких, и порой существенно различающихся вариантах: термическое высушивание помета в виде порошка с помощью различного вида сушилок и при различных температурных режимах; сушка помета в виде гранул, брикетов и пр.

Вакуумная сушка помета осуществляется помощью вакуумных реакторов периодического действия, где при температуре примерно 50 °С и низком давлении происходит выпаривание жидкости. Через определенное время температуру реакторе повышают до 90 °С и сырье выдерживается около 20 минут. За это время уничтожаются все патогенные бактерии и семена растений. После чего тем-

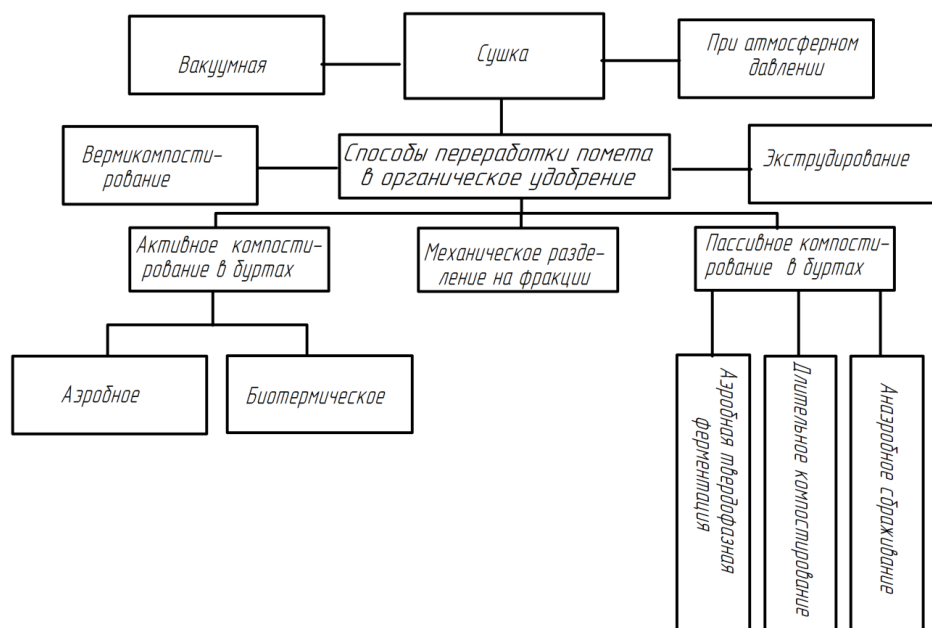


Рис. 1. Способы переработки птичьего помета в органическое удобрение

пература в реакторе снижается, давление выравнивается с атмосферным и происходит выгрузка готового продукта. Этот способ является относительно новым для птицефабрик и может быть использован при переработке помета, поступающего из клеточных батарей, а также для ликвидации многолетних накоплений пометных стоков. При этой технологии затраты на получение сухого помета будут тем меньше, чем ниже влажность пометной массы [4, 11].

Кроме перечисленных теоретически возможны те или иные комбинации представленных выше способов.

К недостаткам анализируемых способов переработки помета в органическое удобрение обычно относят следующее:

- при буртовом компостировании с использованием наполнителей (торф, опилки, солома, мел, шрот и т.д.) – длительность процесса, обширные загрязнения среды;
- при использовании заглублённых накопителей (бетонных хранилищ) – образование «помётных озёр», а при их разгерметизации – загрязнения окружающей среды;
- при сложных технологиях сушки помета (при влажности от 30–89%) неэкономичность для получения органического удобрения с необходимым содержанием влаги;
- при применении вакуумных технологий для обезвоживания птичьего помета – длительность процесса и достаточно высокие затраты на получение сухого помета;
- при термической сушке помет теряет полезные качества активатора биохимических процессов в почве, термическая сушка слишком дорога в эксплуатации [4, 11].

Следует отметить, что для переработки различных видов сырья в нашей стране и за рубежом в последние годы появились инновационные реше-

ния, которые позволили не только обосновать технические средства для их реализации, но и довести эти идеи до промышленного использования. Все они основаны на синергетическом эффекте от применения экструзионной и вакуумной технологий [2, 6–10].

Предлагаемая нами технология получения органического удобрения предусматривает измельчение птичьего помета с подстилкой с помощью дробилки до размеров частиц не более 10 мм с последующей обработкой в экструдере, оборудованном вакуумной камерой. В процессе экструзионной обработки в таком экструдере смесь помета с подстилкой подвергается следующим изменениям:

- стерилизуется и обеззараживается болезнетворные микроорганизмы, грибки, плесень и семена сорных растений;
- увеличивается в объёме (вследствие разрыва молекулярных цепочек крахмала и стенок клеток наполнителя растительного происхождения);
- гомогенизируется (процессы измельчения и перемешивания сырья в тракте экструдера продолжают, продукт становится полностью однородным);
- обезвоживается (влажность снижается на 50–70% от исходной) [10].

Системный анализ предлагаемой технологии позволил выявить следующие ее преимущества:

1. Поточность технологии и возможность ее полной автоматизации.
2. Высокая интенсивность обезвоживания получаемого экструдата, связанная с тем, что пониженное давление, применяемое в вакуумной камере, позволяет увеличить скорость испарения влаги с поверхности экструдатов в сравнении с атмосферным давлением примерно в 30 раз [2].
3. Возможность существенного энергосбережения за счет регенерации тепла отсасываемых из вакуумной камеры горячих паров и использования

его для предварительного подсушивания обрабатываемого помета.

4. Возможность применения в предлагаемом экструдере конденсатора с целью поддержания пониженного давления в вакуумной камере за счет конденсации горячих паров.

5. Влажность получаемого продукта достаточно просто регулируется за счет изменения давления в вакуумной камере.

Реализация предлагаемой технологии может быть осуществлена с помощью запатентованных автором статьи технологий и технических средств [8, 9, 10].

## Выводы

Таким образом, в предлагаемой технологии производства органических удобрений из птичьего помета поставленная задача решается за счет синергетического эффекта от совместного действия экструзионной и вакуумной технологий и по ряду показателей превосходит применяемые в настоящее время на предприятиях птицеводческой отрасли Российской Федерации.

## Список литературы

- [1] ГОСТ 31461–2012. Помёт птицы. Сырьё для производства органических удобрений. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 6 с.
- [2] Курочкин, А.А. Технология производства кормов на основе термовакуумной обработки отходов с/х производства /А.А. Курочкин, Д.И. Фролов //Иновационная техника и технология. 2014. № 4. С. 36–40.
- [3] Курочкин, А.А. Теоретическое обоснование термовакуумного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3. С. 14–20.
- [4] Лысенко В.П., Горохов А.В. Утилизация птичьего помета на птицефабриках – пути решения. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.webpticeprom.ru/ru/articlesprocessing-waste.html?pageID=1228313017> (дата обращения 09.10.2018).
- [5] Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помёта. РД-АПК 1.10.15.02–17. М. 2017. 167 с.
- [6] Пат. 2215427 Российская Федерация МПК А23 К1/10. Способ переработки отходов животного и растительного происхождения /заявители и патентообладатели: О.Ю. Красильников, В.Л. Литман; № 2000119049; заявл. 17.07.2000; опубл. 10.11.2003, Бюл. № 31. 10 с.
- [7] Patent US7001636 B1 Method for manufacturing feed pellets and a plant for use in the implementation of the method / Odd Geir Oddsen, Harald Skjorshammer, Fred Hirth Thorsen – № 09/937172; Pub. 21.02.2006.
- [8] Пат. 2460315 Российская Федерация МПК7 А23L1/00. Способ производства экструдатов /заявители: Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Авроров, П.А. Ерушов; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенская ГТА.– № 2011107960; заявл. 01.03.2011; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. 6 с.
- [9] Пат. 2561934 Российская Федерация МПК7 В29С47/12. Экструдер с вакуумной камерой / заявители: Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, Р.В. Шабнов, А.А. Курочкин, В.А. Авроров; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ.– № 2014125348; заявл. 23.06.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. № 25. 7с.
- [10] Пат. 2610805 Российская Федерация МПК А23К 40/25, А23К 10/26, А23К 10/37. Способ производства кормов /заявители: П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, А.Л. Мишанин; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенский ГТУ.– № 2015119627; заявл. 25.05.2015; опубл. 12.02.2017, Бюл. № 5. 8 с.
- [11] Суховеркова, В.Е. Способы утилизации птичьего помета, представленные в современных патентах. /В.Е. Суховеркова //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 9 (143). С. 45–55.

## PRODUCTION TECHNOLOGY OF ORGANIC FERTILIZER BASED ON EXTRUSION THERMAL PROCESSING OF BIRD DROPPINGS

*Kurochkin A.A., Potanov M.A.*

Modern poultry farming is characterized not only by a high concentration of poultry stock in conditions of primarily cellular content, but also by the associated problem of processing large amounts of waste. Strict environmental and economic requirements for the accumulation, storage and disposal of poultry manure in our country stimulate scientists and manufacturers to intensify research and implementation work in this direction. One of the innovative approaches

to solving this problem may be the introduction of thermal vacuum principle of exposure to poultry manure in order to obtain from it a highly effective organic fertilizer.

**Keywords:** *technology, litter, humidity, thermal vacuum treatment, organic fertilizer.*

---

## References

- [1] GOST 31461–2012. Pomet ptitsy. Syr'e dlya proizvodstva organicheskikh udobrenii. Tekhnicheskie usloviya. M.: Standartinform, 2014.– 6 p.
- [2] Kurochkin, A.A. Tekhnologiya proizvodstva kormov na osnove termovakuumnoi obrabotki otkhodov s/ kh proizvodstva /A.A. Kurochkin, D.I. Frolov //Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. 2014. No 4. pp. 36–40.
- [3] Kurochkin, A.A. Teoreticheskoe obosnovanie termovakuumnogo effekta v rabochem protsesse modernizirovannogo ekstrudera /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina //Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2015. No 3. pp. 14–20.
- [4] Lysenko V.P., Gorokhov A. V. Utilizatsiya ptich'ego pometa na ptitsefabrikakh – puti resheniya. [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.webpticeprom.ru/ru/articlesprocessing-waste.html?pageID=1228313017> (data obrashcheniya 09.10.2018).
- [5] Metodicheskie rekomendatsii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu sistem udaleniya i podgotovki k ispol'zovaniyu navoza i pometa. RD-APK 1.10.15.02–17. M. 2017. 167 p.
- [6] Pat. 2215427 Rossiiskaya Federatsiya MPK A23 K1/10. Sposob pererabotki otkhodov zhivotnogo i rastitel'nogo proiskhozhdeniya /zayaviteli i patentoobladateli: O. Yu. Krasil'nikov, V.L. Litman; No 2000119049; zayavl. 17.07.2000; opubl. 10.11.2003, Byul. No 31. 10 p.
- [7] Patent US7001636 B1 Method for manufacturing feed pellets and a plant for use in the implementation of the method / Odd Geir Oddsen, Harald Skjorshammer, Fred Hirth Thorsen – No 09/937172; Pub. 21.02.2006.
- [8] Pat. 2460315 Rossiiskaya Federatsiya MPK7 A23L1/00. Sposob proizvodstva ekstrudatov /zayaviteli: G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Avrorov, P.A. Erushov; patentoobladatel' FGOU VPO Penzenskaya GTA. No 2011107960; zayavl. 01.03.2011; opubl. 10.09.2012, Byul. No 25. 6 p.
- [9] Pat. 2561934 Rossiiskaya Federatsiya MPK7 V29S47/12. Ekstruder s vakuumnoi kameroy /zayaviteli: G.V. Shaburova, P.K. Voronina, R.V. Shabnov, A.A. Kurochkin, V.A. Avrorov; zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VO Penzenskii GTU. No 2014125348; zayavl. 23.06.2014; opubl. 10.09.2015, Byul. No 25. 7 p.
- [10] Pat. 2610805 Rossiiskaya Federatsiya MPK A23K 40/25, A23K 10/26, A23K 10/37. Sposob proizvodstva kormov /zayaviteli: P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, A.L. Mishanin; patentoobladatel' FGOU VPO Penzenskii GTU. No 2015119627; zayavl. 25.05.2015; opubl. 12.02.2017, Byul. No 5.– 8 p.
- [11] Sukhoverkova, V.E. Sposoby utilizatsii ptich'ego pometa, predstavlenyye v sovremennykh patentakh. /V.E. Sukhoverkova //Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. No 9 (143).– pp. 45–55.